

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-164362

(43)Date of publication of application : 16.06.2000

(51)Int.Cl.

H05B 33/22

C09K 11/06

H05B 33/14

(21)Application number : 11-130177

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 11.05.1999

(72)Inventor : HAMADA YUJI
JINNO HIROSHI
TSUJIOKA TSUYOSHI
USUKI TATSURO

(30)Priority

Priority number : 10136988
10267927Priority date : 19.05.1998
22.09.1998

Priority country : JP

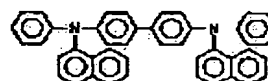
JP

(54) ORGANIC ELECTROLUMINESCENT ELEMENT

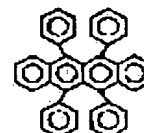
(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably emit light with high luminance maintaining the stability of a hole carrier layer and an electron carrier layer and improving the property of the hole carrier layer and the property of the electron carrier layer by doping a carrier carrier layer with the carrier carrier dopant.

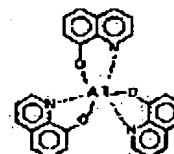
SOLUTION: A transparent hole injection electrode composed of indium-tin oxide is formed on a glass substrate, and a hole carrier layer is formed on this hole injection electrode. A light emitting layer obtained by doping the host material expressed with a formula I bis[n-(1-naphthyl)-N-phenyl]benzidine(NPB) with rubrene expressed with a formula II having an energy gap smaller than NPB as a light emitting dopant is formed on the hole carrier layer. An electron carrier layer formed by doping the host material expressed with a formula III tris (8-quinolinolate) Al (DPA) with a dopant having an electron carrier property and expressed with a formula VI 9, 10-diphenyl anthracene(DPA) is formed on the light emitting layer.



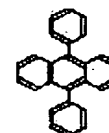
I



II



III



IV

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3370011

[Date of registration]

15.11.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-164362

(P2000-164362A)

(43) 公開日 平成12年6月16日 (2000.6.16)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	ターミナル (参考)
H 0 5 B 33/22		H 0 5 B 33/22	A 3 K 0 0 7
			C
C 0 9 K 11/06	6 2 5	C 0 9 K 11/06	6 2 5
	6 4 5		6 4 5
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	B
審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 18 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-130177
(22) 出願日 平成11年5月11日 (1999.5.11)
(31) 優先権主張番号 特願平10-136988
(32) 優先日 平成10年5月19日 (1998.5.19)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)
(31) 優先権主張番号 特願平10-267927
(32) 優先日 平成10年9月22日 (1998.9.22)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号
(72) 発明者 浜田 祐次
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
(72) 発明者 神野 浩
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
(74) 代理人 100111383
弁理士 芝野 正雅

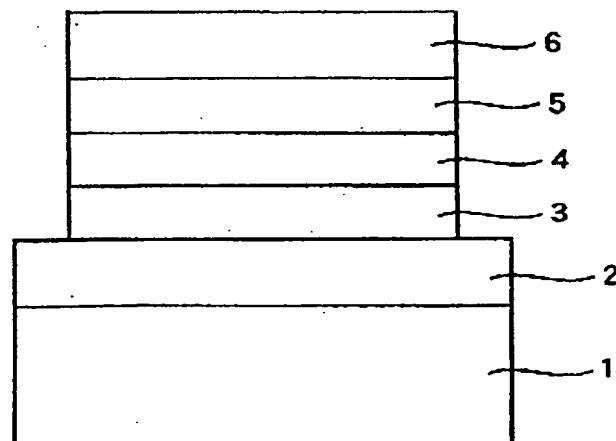
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機エレクトロルミネッセンス素子

(57) 【要約】

【課題】 キャリア輸送層若しくは発光層におけるキャリア輸送性を向上させ、有機エレクトロルミネッセンス素子の発光特性や寿命を改善する。

【解決手段】 ホール注入電極と電子注入電極との間に、有機材料で構成されたキャリア輸送層と発光層とが設けられた有機エレクトロルミネッセンス素子において、キャリア輸送層にキャリア輸送用のドーパントをドーピングさせ、及び／又は上記の発光層にキャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントをドーピングさせている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホール注入電極と電子注入電極との間に、有機材料で構成されたキャリア輸送層と発光層とが設けられた有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記キャリア輸送層にキャリア輸送用のドーパントがドーブされていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項2】 上記キャリア輸送層が電子輸送層であり、上記キャリア輸送用のドーパントが電子輸送性を有するドーパントであることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項3】 上記キャリア輸送層が電子輸送層であり、上記キャリア輸送用のドーパントがホール輸送性を有するドーパントであることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項4】 上記キャリア輸送層がホール輸送層であり、上記キャリア輸送用のドーパントがホール輸送性を有するドーパントであることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項5】 上記キャリア輸送層がホール輸送層であり、上記キャリア輸送用のドーパントが電子輸送性を有するドーパントであることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項6】 上記キャリア輸送用のドーパントが縮合多環芳香族化合物であることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項7】 上記キャリア輸送用のドーパントが上記キャリア輸送層に0.01重量%から50重量%の範囲でドーブされていることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項8】 上記キャリア輸送用のドーパントが電子輸送性とホール輸送性とを有するドーパントであることを特徴とする請求項1記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項9】 ホール注入電極と電子注入電極との間に、有機材料で構成されたキャリア輸送層と発光層とが設けられた有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記発光層に、キャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントがドーブされていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項10】 上記キャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントが発光しないことを特徴とする請求項9記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項11】 上記キャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントのエネルギーギャップが上記発光層における発光材料のエネルギーギャップよりも大きいことを特徴とする請求項9記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項12】 上記キャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントが上記発光層に0.01重量%か

ら50重量%の範囲でドーブされていることを特徴とする請求項9記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項13】 上記キャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントが縮合多環芳香族化合物であることを特徴とする請求項9記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項14】 上記縮合多環芳香族化合物が、ルブレ、9,10-ジフェニルアントラセン、アントラセンから選択されることを特徴とする請求項13記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

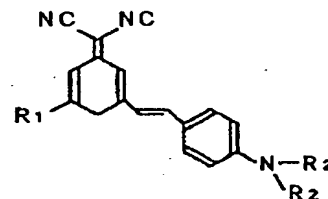
【請求項15】 ホール注入電極と電子注入電極との間に、有機材料で構成されたキャリア輸送層と発光層とが設けられた有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記の発光層に、発光性のドーパントと、この発光性のドーパントの発光を助ける励起エネルギー移動用のドーパントとがドーブされていることを特徴とする有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項16】 上記発光性のドーパントと励起エネルギー移動用のドーパントとがそれぞれ上記の発光層に0.01重量%から50重量%の範囲でドーブされていることを特徴とする請求項15記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

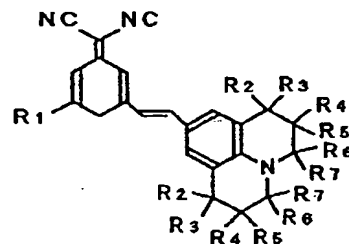
【請求項17】 上記発光性のドーパントの発光ピーク波長が550nm～700nmの範囲にあることを特徴とする請求項15記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項18】 上記発光性のドーパントが下記の3つの構式化1、化2及び化3に示される化合物から選択されることを特徴とする請求項15記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

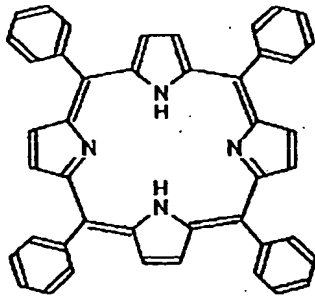
【化1】



【化2】



【化3】



尚、上記構造式における $R_1 \sim R_7$ は、水素又は置換基である。

【請求項19】 上記励起エネルギー移動用のドーパントがルブレンであることを特徴とする請求項15記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【請求項20】 上記励起エネルギー移動用のドーパントが発光しないことを特徴とする請求項15記載の有機エレクトロルミネッセンス素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は有機エレクトロルミネッセンス素子に係り、特に、高輝度な発光が安定して行えると共に、所定の色彩の発光が得られるようにする点に特徴を有するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、情報機器の多様化等にもなつて、従来から一般に使用されているCRTに比べて消費電力が少なく容積の小さい平面表示素子のニーズが高まり、このような平面表示素子の一つとしてエレクトロルミネッセンス素子が注目されている。

【0003】 そして、このようなエレクトロルミネッセンス素子は、使用する材料によって大別され、無機材料を使用した無機エレクトロルミネッセンス素子と、有機材料を使用した有機エレクトロルミネッセンス素子とに大別される。

【0004】 ここで、有機エレクトロルミネッセンス素子は、ホール注入電極から注入されたホールと電子注入電極から注入された電子とが、発光層とキャリア輸送層との界面や発光層内で再結合して発光するようになっており、無機エレクトロルミネッセンス素子に比べて、低い電圧で駆動できるという利点があった。

【0005】 また、上記の有機エレクトロルミネッセンス素子の場合には、発光材料を選択することによって適当な色彩に発光する発光素子を得ることができ、マルチカラーやフルカラーの表示装置等としても利用できるとい期待があった。

【0006】 そして、近年において、このような有機エレクトロルミネッセンス素子について様々な研究が行われるようになった。

【0007】 ここで、このような有機エレクトロルミネッセンス素子においては、一般にホール注入電極と電子

注入電極との間に、発光層とこの発光層にホールを輸送するホール輸送層や電子を輸送する電子輸送層からなるキャリア輸送層を設けるようにしている。

【0008】 そして、このような有機エレクトロルミネッセンス素子としては、ホール注入電極と電子注入電極との間にホール輸送層と発光層と電子輸送層とを積層させたDH構造と称される三層構造のものや、ホール注入電極と電子注入電極との間にホール輸送層と発光層とが積層されたSH-A構造と称される二層構造のものや、ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層と電子輸送層とが積層されたSH-B構造と称される二層構造のものが一般に使用されている。

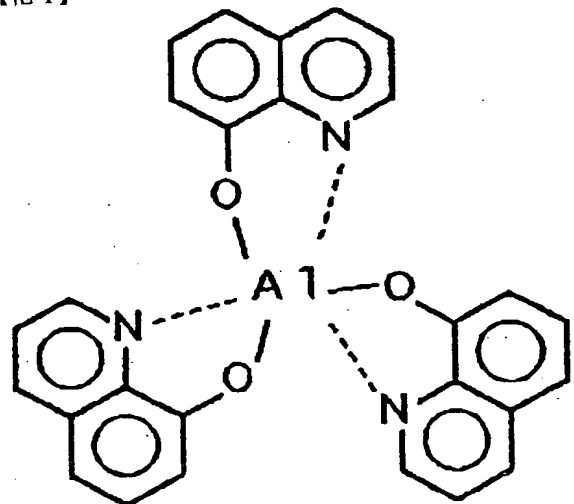
【0009】 ここで、上記のホール注入電極には、金やインジウムスズ酸化物等の仕事関数の大きな電極材料が用いられ、上記電子注入電極には、Mg等の仕事関数の小さな電極材料が用いられている。

【0010】 また、上記ホール輸送層におけるホール輸送材料にはp型半導体の性質を有する有機材料が、電子輸送層を構成する電子輸送材料にはn型半導体の性質を有する有機材料が用いられ、また上記発光層を構成する材料は、有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造に応じてその性質が決定され、例えば、上記のSH-A構造ではn型半導体の性質を有する材料が、SH-B構造ではp型半導体の性質を有する材料が、DH構造では中性に近い性質を有する材料が用いられる。

【0011】 そして、上記の電子輸送層を構成する電子輸送材料として、従来においては、下記の化4に示すトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(以下、Alq₃と略す。)等のキレート金属錯体が一般に使用されている。

【0012】

【化4】



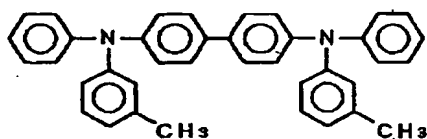
Alq₃

【0013】ここで、上記のようなキレート金属錯体は成膜安定性に優れるが、電子輸送性が十分でなく、十分な電子を輸送させて高い輝度の発光が得られるようにするためには、有機エレクトロルミネッセンス素子に印加させる駆動電圧を高くしなければならないという問題があった。

【0014】また、上記のホール輸送層を構成するホール輸送材料として、従来においては、下記の化5に示すN,N'-diphenyl-N,N'-di(3-methylphenyl)-1,1'-diphenyl-4,4'-diamine (以下、TPDと略す。)等のフェニルアミン系材料が用いられている。

【0015】

【化5】



TPD

【0016】ここで、上記のようなフェニルアミン系材料は、ある程度ホール輸送性に優れているが、必ずしも十分ではなかった。

【0017】また、上記の電子輸送層は電子を、ホール輸送層はホールを輸送させる特性を有しているが、逆のキャリアを輸送させる特性は非常に乏しくかった。

【0018】このため、電子輸送層と発光層との界面にホールが、ホール輸送層と発光層との界面に電子が蓄積し、これにより有機エレクトロルミネッセンス素子の発光特性や寿命等が低下するという問題があった。

【0019】また、上記の発光層を構成する材料は、一般に電子やホールを輸送させる特性が低く、このため発光層に電子やホールが十分に注入されず、十分な発光が得られなくなるという問題があった。

【0020】また、従来においては、発光層におけるホスト材料に発光性の高いドーパントをドーブさせて、十分な発光が得られるようにしたものも用いられている。

【0021】しかし、発光層に用いるホスト材料やドーパントの種類によっては、ホスト材料からドーパントに励起エネルギーがうまく移動されず、十分な発光が得られない場合もあった。

【0022】更に、発光層に用いるホスト材料やドーパントの種類により、ドーパント以外にホスト材料も発光してしまい、適切な色彩の発光が得られなくなるという問題があり、特に、高輝度で色純度の高い赤色の発光を得ることが非常に困難であった。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、ホー

ル輸送層や電子輸送層における層の安定性を維持させながら、ホール輸送層におけるホールの輸送性や、電子輸送層における電子の輸送性を高め、高輝度な発光が安定して行えるようにする。

【0024】本発明の他の目的は、発光層に電子やホールが注入されやすくして、高輝度な発光が行えるようにする。

【0025】また、本発明の他の目的は、発光層におけるホスト材料から発光性のドーパントに励起エネルギーがうまく移動されて、より高輝度な発光が得られるようにする。

【0026】また、本発明の他の目的は、発光層におけるドーパント以外にホスト材料が発光するのを防止し、適切な色彩の発光が得られるようにする。

【0027】

【課題を解決するための手段】この発明における第1の有機エレクトロルミネッセンス素子は、ホール注入電極と電子注入電極との間に、有機材料で構成されたキャリア輸送層と発光層とが設けられた有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記のキャリア輸送層にキャリア輸送用のドーパントをドーブさせている。

【0028】そして、上記のキャリア輸送層が電子輸送層の場合においては、上記のキャリア輸送用のドーパントとして、電子輸送性のドーパントや、ホール輸送性のドーパントや、電子輸送性とホール輸送性の双方の性質を有するドーパントをドーブさせることができる。

【0029】ここで、電子輸送層に電子輸送性のドーパントをドーブさせる場合、この電子輸送層のホスト材料に、前記のAlq₃等の膜安定性に優れた電子輸送材料を用いる一方、このホスト材料に電子輸送性の高いドーパントをドーブさせるようにする。このようにすると、電子輸送層における膜安定性が高くかつ電子輸送性に優れた電子輸送層が得られ、この電子輸送層を通して十分な電子が輸送され、高輝度な発光が安定して得られるようになる。尚、上記のように電子輸送性の高いドーパントをドーブさせるにあたり、その量が少ないと、電子輸送層における電子輸送性を十分に向上させることができなくなる一方、その量が多くなり過ぎると、電子輸送層の安定性が低下するため、電子輸送層における上記ドーパントのドーブ量を0.01~50重量%の範囲にすることが好ましい。

【0030】また、電子輸送層にホール輸送性のドーパントをドーブさせると、このホール輸送性のドーパントによって発光層から電子輸送層に導かれたホールが電子輸送層内に導かれるようになり、電子輸送層と発光層との界面にホールが蓄積するのが抑制されて、有機エレクトロルミネッセンス素子における発光特性や寿命等が向上する。尚、このようにホール輸送性のドーパントをドーブさせるにあたり、その量が少ないと、電子輸送層と発光層との界面にホールが蓄積するのを十分に抑制でき

なくなる一方、その量が多くなり過ぎると、電子輸送層における電子輸送性が低下するため、電子輸送層における上記のドーパントのドーブ量を0.01～50重量%の範囲にすることが好ましい。

【0031】また、上記キャリア輸送層がホール輸送層の場合においては、上記キャリア輸送用のドーパントとして、ホール輸送性のドーパントや、電子輸送性のドーパントや、電子輸送性とホール輸送性の双方の性質を有するドーパントをドーブさせることができる。

【0032】ここで、ホール輸送層にホール輸送性のドーパントをドーブさせる場合、このホール輸送層のホスト材料に、膜安定性に優れたホール輸送材料を用いる一方、このホスト材料にホール輸送性の高いドーパントをドーブさせるようにする。このようにすると、ホール輸送層における膜安定性が高くかつホール輸送性に優れたホール輸送層が得られ、このホール輸送層を通して十分なホールが輸送され、高輝度な発光が安定して得られるようになる。尚、このようにホール輸送性の高いドーパントをドーブさせるにあたり、その量が少ないと、ホール輸送層におけるホール輸送性を十分に向上させることができなくなる一方、その量が多くなり過ぎると、ホール輸送層の安定性が低下するため、ホール輸送層における上記ドーパントのドーブ量を0.01～50重量%の範囲にすることが好ましい。

【0033】また、ホール輸送層に電子輸送性のドーパントをドーブさせると、この電子輸送性のドーパントによって発光層からホール輸送層に導かれた電子がこのホール輸送層内に導かれるようになり、ホール輸送層と発光層との界面に電子が蓄積するのが抑制され、有機エレクトロルミネッセンス素子における発光特性や寿命等が向上する。尚、このように電子輸送性のドーパントをドーブさせるにあたり、その量が少ないと、ホール輸送層と発光層との界面に電子が蓄積するのを十分に抑制できなくなる一方、その量が多くなり過ぎると、ホール輸送層におけるホール輸送性が低下するため、ホール輸送層における上記のドーパントのドーブ量を0.01～50重量%の範囲にすることが好ましい。

【0034】また、上記電子輸送層やホール輸送層に、キャリア輸送用のドーパントとして、電子輸送性とホール輸送性との2つの性質を有するドーパントをドーブさせると、このドーパントによって電子とホールとが輸送されるようになり、電子輸送層と発光層との界面にホールが蓄積したり、ホール輸送層と発光層との界面に電子が蓄積したりするのが抑制され、有機エレクトロルミネッセンス素子における発光特性や寿命等が向上する。

【0035】また、この発明の第2の有機エレクトロルミネッセンス素子は、ホール注入電極と電子注入電極との間に、有機材料で構成されたキャリア輸送層と発光層とが設けられた有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記の発光層に、キャリア輸送用あるいは励起エ

ネルギー移動用のドーパントをドーブさせている。

【0036】そして、この第2の有機エレクトロルミネッセンス素子のように、発光層にキャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントをドーブさせると、このドーパントによって発光層に電子やホールが注入されやすくなり、この発光層において電子とホールとが結合して発光する確率が高まり、また発光層における発光材料が効率よく励起されるようになり、低電圧で高輝度な発光が得られるようになる。

【0037】また、上記キャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントが発光しない場合には、発光層における発光材料だけが発光し、所定の色彩の発光が得られるようになる。

【0038】ここで、上記キャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントとしては、そのエネルギーギャップが上記の発光層における発光材料のエネルギーギャップよりも大きいものを用いるようにし、例えば、縮合多環芳香族化合物であるルブレンや9,10-ジフエニルアントラセンやアントラセン等が用いられる。

【0039】そして、このようなキャリア輸送用あるいは励起エネルギー移動用のドーパントを上記の発光層にドーブさせるにあたり、その量が少ないと、発光層において電子とホールとが結合して発光する確率を高めたり、発光層における発光材料を効率よく励起させることができなくなる一方、その量が多くなり過ぎると、発光層における発光材料の量が少なくなると、十分な発光が行えなくなるため、発光層における上記ドーパントのドーブ量を0.01～50重量%の範囲にすることが好ましい。

【0040】また、この発明における第3の有機エレクトロルミネッセンス素子は、ホール注入電極と電子注入電極との間に、有機材料で構成されたキャリア輸送層と発光層とが設けられた有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記発光層に、発光性のドーパントと、この発光性のドーパントの発光を助ける励起エネルギー移動用のドーパントとをドーブさせている。

【0041】そして、この第3の有機エレクトロルミネッセンス素子のように、発光層に発光性のドーパントとこの発光性のドーパントの発光を助ける励起エネルギー移動用のドーパントとをドーブさせると、この励起エネルギー移動用のドーパントによって発光性のドーパントが効率よく励起され、低電圧で高輝度な発光が得られるようになる。

【0042】また、上記励起エネルギー移動用のドーパントが発光しない場合には、この励起エネルギー移動用のドーパントによって励起された発光性のドーパントだけが発光するようになり、色純度の高い発光が得られるようになる。

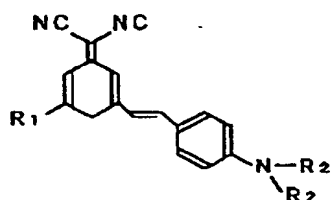
【0043】ここで、上記のような発光性のドーパントや、この発光性のドーパントの発光を助ける励起エネルギー移動用のドーパントを発光層にドーブさせるにあた

り、これらの量が少ないと、発光層にドーブされた発光性のドーパントを効率よく励起させることができず、十分な発光が得られなくなる一方、これらの量が多くなり過ぎると、発光層の安定性等に問題が生じるため、発光層における上記の各ドーパントのドーブ量を0.01~50重量%の範囲にすることが好ましい。

【0044】また、この第3の有機エレクトロルミネッセンス素子において、高輝度で色純度の高い赤色の発光を得るためには、上記の発光性のドーパントとして、例えば、発光ピーク波長が550nm~700nmの範囲にある下記の化6、化7、化8から選択される化合物を用いるようにすると共に、上記励起エネルギー移動用のドーパントとしてルブレンを用いるようにする。

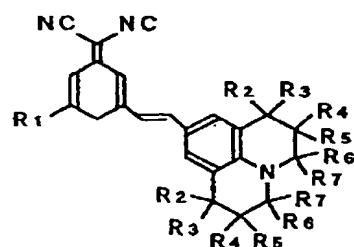
【0045】

【化6】



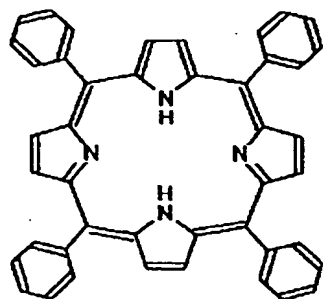
【0046】

【化7】



【0047】

【化8】



【0048】尚、上記化6、化7、化8における $R_1 \sim R_7$ は、水素又は置換基である。そして、この $R_1 \sim R_7$ としては、例えば、 $-C_nH_{2n+1}$ 、 $-CN$ 、 $-O(C_nH_{2n+1})$ 、 $-N(C_nH_{2n+1})$ 、ハロゲン基、フェニル基、ナフチル基等が挙げられる。尚、 n は0~10の整数である。

【0049】また、この発明における上記第1~第3の有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造は、前記

のようにホール注入電極と電子注入電極との間にホール輸送層と発光層と電子輸送層とを積層させたDH構造、ホール注入電極と電子注入電極との間にホール輸送層と発光層とを積層されたSH-A構造、ホール注入電極と電子注入電極との間に発光層と電子輸送層とを積層されたSH-B構造等の公知の何れの構造であってもよい。

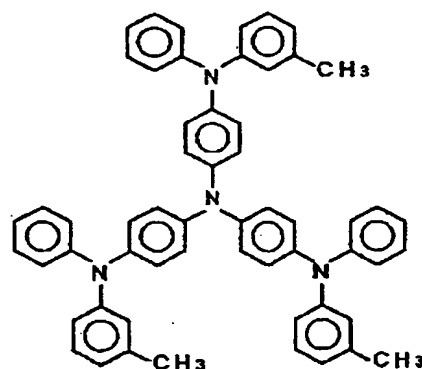
【0050】

【実施の形態】以下、この発明の実施例の有機エレクトロルミネッセンス素子を添付図面に基づいて具体的に説明すると共に、比較例を挙げ、この発明の実施例の有機エレクトロルミネッセンス素子が優れている点を明らかにする。

(実施例1) 実施例1における有機エレクトロルミネッセンス素子においては、図1に示すように、ガラス基板1の上にインジウムスズ酸化物(以下、ITOと略す。)からなる透明なホール注入電極2を形成し、このホール注入電極2の上に、下記化9に示す4,4',4''-tris(3-methylphenylphenylamino)triphenylamine(以下、MTDATAと略す。)からなる膜厚が500Åになったホール輸送層3を形成している。

【0051】

【化9】

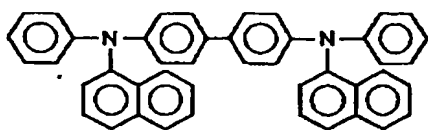


MTDATA

【0052】また、このホール輸送層3の上に、下記化10に示すBis[n-(1-naphthyl)-N-phenyl]benzidine(以下、NPBと略す。)からなるホスト材料中に、発光性のドーパントとして、このNPBよりもエネルギーギャップの小さい下記化11に示すルブレンが5重量%ドーブされてなる膜厚が150Åになった発光層4を形成している。

【0053】

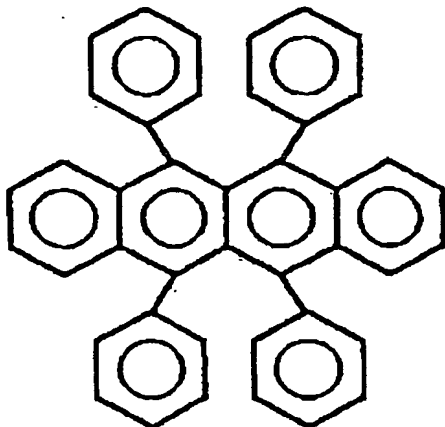
【化10】



NPB

【0054】

【化11】

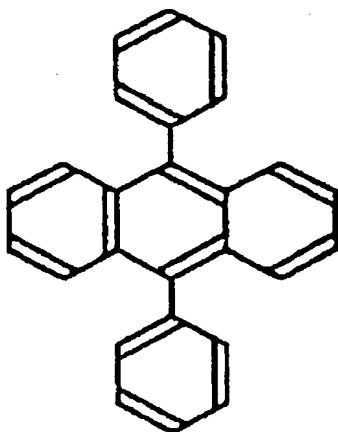


Rubrene

【0055】また、この発光層4の上に、前記の化4に示すAlq₃からなるホスト材料中に、電子輸送性のドーパントとして、下記化12に示す9,10-ジフェニルアントラセン（以下、DPAと略す。）が20重量%ドーブされてなる膜厚が350Åになった電子輸送層5を形成している。

【0056】

【化12】



DPA

【0057】そして、この電子輸送層5の上に、MgIn合金（Mg：In=10：1）からなる膜厚が2000Åになった電子注入電極6を形成している。

【0058】ここで、この実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子を製造するにあたっては、ITOからなる透明なホール注入電極2が形成されたガラス基板1を中性洗剤により洗浄した後、これをアセトン中で20分間、エタノール中で20分間それぞれ超音波洗浄し、更に沸騰したエタノール中に約1分間入れて取り出し、これをすぐに送風乾燥させた。

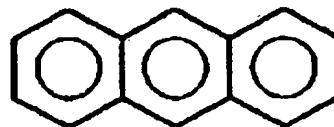
【0059】次いで、このガラス基板1に形成された上記のホール注入電極2の上に、真空蒸着法により、前記のホール輸送層3、発光層4、電子輸送層5、電子注入電極6を順に形成した。尚、これらの蒸着は、何れも真空度 5×10^{-6} Torrで、基板温度を制御しない条件下で行った。

【0060】そして、この実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源（図示せず）のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、下記表1に示すように、電圧6Vで輝度が301cd/m²、電圧11Vで輝度が21900cd/m²になったルブレンによる黄色の発光が得られた。

（実施例2）実施例2の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記の実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子において、電子輸送層5にドーブさせる電子輸送性のドーパントを下記の化13に示すアントラセンに変更し、上記のAlq₃からなるホスト材料中に、電子輸送性のドーパントとしてアントラセンが12.8重量%ドーブされた電子輸送層5を形成し、それ以外は、上記の実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0061】

【化13】



アントラセン

【0062】そして、この実施例2の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、下記表1に示すように、電圧6Vで輝度が131cd/m²、電圧11Vで輝度が5020cd/m²になったルブレンによる黄色の発光が得られた。

（比較例1）比較例1の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記の実施例1の有機エレクトロル

ミネッセンス素子において、電子輸送層5にドーパントをドーブさせずに前記のAlq₃だけで構成し、それ以外は、上記の実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0063】そして、この比較例1の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、下記の表1に示すように、電圧6Vで輝度が27cd/m²、電圧11Vで輝度が1739cd/m²になったルブレンによる黄色の発光が得られた。

【0064】

【表1】

電圧	輝度 (cd/m ²)	
	6 V	11 V
実施例1	301	21900
実施例2	131	5020
比較例1	27	1739

【0065】この結果から明らかなように、Alq₃を用いた電子輸送層5に電子輸送性のドーパントをドーブさせた実施例1、2の各有機エレクトロルミネッセンス素子は、電子輸送層5に電子輸送性のドーパントをドーブさせなかった比較例1の有機エレクトロルミネッセンス素子に比べて高輝度な発光が得られ、特に、電子輸送性のドーパントにDPAを用いた実施例1の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、その輝度が比較例1の有機エレクトロルミネッセンス素子の10倍以上になっていた。

【0066】尚、実施例1、2の各有機エレクトロルミネッセンス素子のように電子輸送層5に電子輸送性のドーパントをドーブさせるにあたり、電子輸送性のドーパントをドーブさせる量が50重量%を越えると、逆に電子輸送層5における電子輸送性が低下した。これは、ドーパントの量が多くなり過ぎて、電子輸送層5の膜質が低下したためであると考えられる。

(実施例3) 実施例3における有機エレクトロルミネッセンス素子においては、図2に示すように、ガラス基板1の上にITOからなる透明なホール注入電極2を形成し、このホール注入電極2の上に、前記化9に示すMTDAからなる膜厚が500Åになった第1ホール輸送層3aを形成し、この第1ホール輸送層3aの上に、前記化5に示すTPDからなるホール輸送性のホスト材料中に、

電子輸送性のドーパントとして前記化12に示すDPAが10重量%ドーブされて膜厚が100Åになった第2ホール輸送層3bを形成している。

【0067】また、この第2ホール輸送層3bの上に、前記化4に示すAlq₃からなるホスト材料中に、電子輸送性のドーパントとして前記化12に示すDPAが10重量%ドーブされて膜厚が500Åになった発光層4を形成し、この発光層4の上にMgIn合金(Mg:In=10:1)からなる膜厚が2000Åになった電子注入電極6を形成している。

【0068】そして、この実施例3の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、上記の発光層4におけるAlq₃による発光ピーク波長510nmの緑色発光が得られ、Alq₃よりもエネルギーギャップの大きいDPA(発光ピーク波長438nm)の発光は見られなかった。

【0069】また、上記の電源から印加させる電圧を変化させた場合、下記の表2に示すように、電圧6Vで輝度が487cd/m²、電圧11Vで輝度が24000cd/m²の発光が得られた。

【0070】更に、この有機エレクトロルミネッセンス素子において、初期輝度が500cd/m²になるように、初期電圧を6.3Vにし、13.6mA/cm²の定電流で連続発光させると、下記の表2に示すように、517時間後における輝度は初期輝度の約55%の273cd/m²になっていた。

(実施例4) 実施例4の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記の実施例3の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様に、第2ホール輸送層3bにおいて、TPDからなるホール輸送性のホスト材料中に電子輸送性のドーパントであるDPAは10重量%ドーブさせる一方、発光層4におけるAlq₃中に電子輸送性のドーパントであるDPAをドーブさせないようにし、それ以外は、上記の実施例3の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0071】そして、この実施例4の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、実施例3の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様に、発光層4におけるAlq₃による緑色発光が得られた。

【0072】また、上記の電源から印加させる電圧を変化させた場合、下記の表2に示すように、電圧6Vで輝度が142cd/m²、電圧11Vで輝度が12160cd/m²の発光が得られた。

【0073】更に、この有機エレクトロルミネッセンス素子において、初期輝度が500cd/m²になるように、初期電圧を7.6Vにし、15.6mA/cm²の定電流で連続発光させると、下記の表2に示すように、517時間後にお

ける輝度は初期輝度の約40%の201cd/m²になっていた。

【比較例2】比較例2の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記の実施例3の有機エレクトロルミネッセンス素子において、第2ホール輸送層3bにおけるTPDからなるホール輸送性のホスト材料中に電子輸送性のドーパントであるDPAをドーブさせないようにすると共に、発光層4におけるAlq₃中にも電子輸送性のドーパントであるDPAをドーブさせないようにし、それ以外は、上記の実施例3の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0074】そして、この比較例2の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、実施例3の有機エレクトロル

ミネッセンス素子と同様に、発光層4におけるAlq₃による緑色発光が得られた。

【0075】また、上記の電源から印加させる電圧を変化させた場合、下記の表2に示すように、電圧6Vで輝度が112cd/m²、電圧11Vで輝度が10150cd/m²の発光が得られた。

【0076】更に、この有機エレクトロルミネッセンス素子において、初期輝度が500cd/m²になるように、初期電圧を8.0Vにし、16.8mA/cm²の定電流で連続発光させると、約25時間で輝度が初期輝度の半分に低下し、下記表2に示すように、517時間後においてはその輝度が初期輝度の10%以下で殆ど発光しなくなっていた。

【0077】

【表2】

電圧	輝度 (cd/m ²)		517時間後 (初期輝度 500cd/m ²)	
	6V	11V	輝度 (cd/m ²)	初期輝度との比率
実施例3	487	24000	273	55%
実施例4	142	12160	201	40%
比較例2	112	10150	殆ど発光せず	10%以下

【0078】この結果から明らかなように、電子輸送性のドーパントであるDPAを第2ホール輸送層3bにだけドーブさせた実施例4の有機エレクトロルミネッセンス素子や、電子輸送性のドーパントであるDPAを第2ホール輸送層3bと発光層4との両方にドーブさせた実施例3の有機エレクトロルミネッセンス素子は、電子輸送性のドーパントであるDPAを第2ホール輸送層3bと発光層4の何れにもドーブさせなかった比較例2の有機エレクトロルミネッセンス素子に比べて高輝度な発光が得られると共に、長期にわたって安定した発光が得られた。

【0079】特に、電子輸送性のドーパントであるDPAを第2ホール輸送層3bと発光層4との両方にドーブさせた実施例3の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、より高輝度な発光が得られると共に、長期にわたってより安定した発光が得られた。

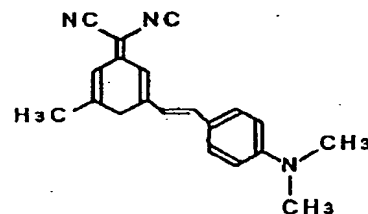
【実施例5】実施例5における有機エレクトロルミネッセンス素子においては、図2に示すように、ガラス基板1の上にITOからなる透明なホール注入電極2を形成し、このホール注入電極2の上に、前記化9に示すMTDAからなる膜厚が500Åになった第1ホール輸送層3aを形成し、この第1ホール輸送層3aの上に、前記化5に示すTPDからなる膜厚が100Åになった第2ホール

輸送層3bを形成している。

【0080】そして、この第2ホール輸送層3bの上に、前記化4に示すAlq₃からなるホスト材料中に、発光性のドーパントとして下記化14に示すDCM1が1.6重量%、このDCM1の発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントとして前記化11に示すルブレンが5重量%ドーブされて膜厚が400Åになった発光層4を形成し、この発光層4の上にMgIn合金(Mg:In=10:1)からなる膜厚が2000Åになった電子注入電極6を形成している。

【0081】

【化14】



DCM1

【0082】そして、この実施例5の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電

源から電圧を印加すると、上記の発光層4におけるDCM1による発光ピーク波長611nm、色度座標 $x=0.562$ 、 $y=0.419$ のオレンジ色の発光が得られただけで、ルブレン（発光ピーク波長656nm）による発光は見られなかった。

【0083】また、上記の電源から印加させる電圧を変化させた場合、下記表3に示すように、電圧6Vで輝度が $60\text{cd}/\text{m}^2$ 、電圧11Vで輝度が $2190\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0084】更に、この有機エレクトロルミネッセンス素子において、初期輝度が $166\text{cd}/\text{m}^2$ になるように、 $9\text{mA}/\text{cm}^2$ の定電流で連続発光させると、下記表3に示すように、305時間後における輝度は初期輝度の約62%になっていた。

（実施例6）実施例6の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記の実施例5の有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記の発光層4にドーブさせる上記のルブレンの量を10重量%にし、それ以外は、上記の実施例5の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0085】そして、この実施例6の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、上記の実施例5の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様に、DCM1による発光ピーク波長607nm、色度座標 $x=0.562$ 、 $y=0.437$ のオレンジ色の発光が得られただけで、ルブレンの発光は見られなかった。

【0086】また、上記の電源から印加させる電圧を変化させた場合、下記の表3に示すように、電圧6Vで輝

度が $60\text{cd}/\text{m}^2$ 、電圧11Vで輝度が $1915\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0087】更に、この有機エレクトロルミネッセンス素子において、初期輝度が $211\text{cd}/\text{m}^2$ になるように、 $9\text{mA}/\text{cm}^2$ の定電流で連続発光させると、下記表3に示すように、305時間後における輝度は初期輝度の約64%になっていた。

（比較例3）比較例3の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記実施例5の有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光層4に上記のルブレンをドーブさせないようにし、それ以外は、上記実施例5の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0088】そして、この比較例3の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、上記のDCM1による発光ピーク波長611nm、色度座標 $x=0.553$ 、 $y=0.438$ のオレンジ色の発光が得られた。

【0089】また、上記の電源から印加させる電圧を変化させた場合、下記の表3に示すように、電圧6Vで輝度が $30\text{cd}/\text{m}^2$ 、電圧11Vで輝度が $1279\text{cd}/\text{m}^2$ の発光が得られた。

【0090】更に、この有機エレクトロルミネッセンス素子において、初期輝度が $222\text{cd}/\text{m}^2$ になるように、 $9\text{mA}/\text{cm}^2$ の定電流で連続発光させると、下記表3に示すように、305時間後における輝度は初期輝度の約32%になっていた。

【0091】

【表3】

電圧	輝度 (cd/m^2)		初期輝度に対する 305時間後の 輝度の比率 (%)
	6 V	11 V	
実施例5	60	2190	62
実施例6	60	1915	64
比較例3	30	1279	32

【0092】この結果から明らかなように、発光層4に発光性のドーパントであるDCM1と共に、このDCM1の発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントであるルブレンをドーブさせた実施例5、6の各有機エレクトロルミネッセンス素子は、DCM1の発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントであるルブレンをドーブさせなかった比較例

3の有機エレクトロルミネッセンス素子に比べて高輝度な発光が得られると共に、長期にわたって安定した発光が得られた。

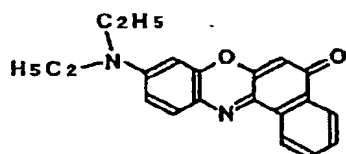
（実施例7）実施例7における有機エレクトロルミネッセンス素子においては、図2に示すように、ガラス基板1の上にITOからなる透明なホール注入電極2を形成し、このホール注入電極2の上に、前記化9に示すMTDA

TAからなる膜厚が500Åになった第1ホール輸送層3aを形成し、この第1ホール輸送層3aの上に、前記化5に示すTPDからなる膜厚が100Åになった第2ホール輸送層3bを形成している。

【0093】そして、この第2ホール輸送層3bの上に、前記化4に示すAlq₃からなるホスト材料中に、発光性のドーパントとして下記化15に示すNile Redが1重量%、このNile Redの発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントとして前記化11に示すルブレンが10重量%ドーブされて膜厚が400Åになった発光層4を形成し、この発光層4の上にMgIn合金(Mg:In=10:1)からなる膜厚が2000Åになった電子注入電極6を形成している。

【0094】

【化15】



Nile Red

【0095】そして、この実施例7の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、図3に示すように、約612nmの波長にだけ発光ピークを有し、色度座標 $x=0.530$ 、 $y=0.464$ になった上記Nile Redによるオレンジ色の発光が得られただけで、発光層4におけるルブレンやAlq₃の発光は見られなかった。

【0096】また、上記の電源から印加させる電圧を変化させた場合、下記の表4に示すように、電圧6Vで輝度が51cd/m²、電圧11Vで輝度が2170cd/m²の発光

が得られた。

【0097】更に、この有機エレクトロルミネッセンス素子において、初期輝度が140cd/m²になるように、9mA/cm²の定電流で連続発光させると、下記表3に示すように、544時間後における輝度は初期輝度の約55%になっていた。

(比較例4) 比較例4の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記実施例7の有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記の発光層4におけるAlq₃からなるホスト材料中に上記のルブレンをドーブさせないようにし、それ以外は、上記の実施例5の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0098】そして、この比較例4の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、図4に示すように、615nmと535nmの波長にピークを有し、色度座標 $x=0.449$ 、 $y=0.489$ になった薄いオレンジ色発光が得られ、発光層4におけるNile RedとAlq₃の両方が発光していた。これは、発光層4にルブレンがドーブされていないため、励起エネルギーがAlq₃からNile Redにうまく移動されず、Alq₃自体が発光したためである。

【0099】また、上記の電源から印加させる電圧を変化させた場合、下記の表4に示すように、電圧6Vで輝度が22cd/m²、電圧11Vで輝度が1424cd/m²の発光が得られた。

【0100】更に、この有機エレクトロルミネッセンス素子において、初期輝度が115cd/m²になるように、9mA/cm²の定電流で連続発光させると、下記表3に示すように、544時間後における輝度は初期輝度の約23%になっていた。

【0101】

【表4】

電圧	輝度 (cd/m ²)		初期輝度に対する 544時間後の 輝度の比率 (%)
	6 V	11 V	
実施例 7	51	2170	55
比較例 4	22	1424	23

【0102】この結果から明らかなように、上記の発光層4に発光性のドーパントであるNile Redと共に、このNile Redの発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントであるルブレンをドーブさせた実施例7の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、

ルブレンやAlq₃が発光せずにNile Redだけが発光するようになり、Nile Redの発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントであるルブレンをドーブさせなかった比較例4の有機エレクトロルミネッセンス素子に比べて、色純度が高くなると共に、高輝度な

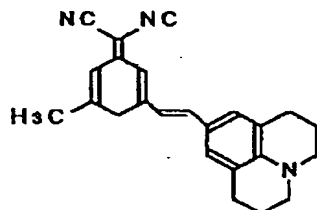
発光が得られ、更に長期にわたって安定した発光が得られるようになった。

【実施例8】実施例8における有機エレクトロルミネッセンス素子においては、図2に示すように、ガラス基板1の上にITOからなる透明なホール注入電極2を形成し、このホール注入電極2の上に、前記化9に示すMTDA TAからなる膜厚が500Åになった第1ホール輸送層3aを形成し、この第1ホール輸送層3aの上に、前記化5に示すTPDからなる膜厚が100Åになった第2ホール輸送層3bを形成している。

【0103】そして、この第2ホール輸送層3bの上に、前記化4に示すAlq₃からなるホスト材料中に、発光性のドーパントとして下記化16に示すDCM2が1重量%、このDCM2の発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントとして前記化11に示すルブレンが10重量%ドーブされて膜厚が400Åになった発光層4を形成し、この発光層4の上にMgIn合金(Mg:In=10:1)からなる膜厚が2000Åになった電子注入電極6を形成している。

【0104】

【化16】



DCM2

【0105】そして、この実施例8の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、上記の発光層4におけるDCM2による発光ピーク波長645nm、色度座標 $x=0.650$ 、 $y=0.350$ の赤色の発光が得られただけで、発光層4におけるルブレンやAlq₃の発光は見られなかった。

【0106】そして、上記の電源から印加させる電圧を6Vにした場合の輝度は20cd/m²であり、また最高輝度は7050cd/m²であった。

【比較例5】比較例5の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記の実施例8の有機エレクトロルミネッセンス素子において、発光層4におけるAlq₃からなるホスト材料中に上記のルブレンをドーブさせないようにし、それ以外は、上記の実施例8の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0107】そして、この比較例5の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、DCM2による発光ピーク波長645nm、色度座標 $x=0.612$ 、 $y=0.382$ の赤色の発光

が得られた。

【0108】また、上記の電源から印加させる電圧を6Vにした場合における輝度は13cd/m²であり、また最高輝度は4020cd/m²であった。

【0109】この結果、上記の実施例8に示すように、発光層4におけるAlq₃からなるホスト材料中に、発光性のドーパントであるDCM2と共に、このDCM2の発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントであるルブレンをドーブさせると、ルブレンが発光することなく、発光性のドーパントであるDCM2の発光効率が高められて、DCM2による高輝度な発光が得られると共に、低電圧で十分な発光が得られて、有機エレクトロルミネッセンス素子の寿命を向上させることができた。

【実施例9】実施例9における有機エレクトロルミネッセンス素子においては、図2に示すように、ガラス基板1の上にITOからなる透明なホール注入電極2を形成し、このホール注入電極2の上に、前記化9に示すMTDA TAからなる膜厚が500Åになった第1ホール輸送層3aを形成し、この第1ホール輸送層3aの上に、前記化5に示すTPDからなる膜厚が100Åになった第2ホール輸送層3bを形成している。

【0110】そして、この第2ホール輸送層3bの上に、前記化4に示すAlq₃からなるホスト材料中に、発光性のドーパントとして前記化14に示すDCM1が1.6重量%、電子輸送用のドーパントとして前記化12に示すDPAが10重量%ドーブされて膜厚が400Åになった発光層4を形成し、この発光層4の上にMgIn合金(Mg:In=10:1)からなる膜厚が2000Åになった電子注入電極6を形成している。

【0111】ここで、この実施例9の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、上記の発光層4におけるDCM1による発光ピーク波長605nm、色度座標 $x=0.537$ 、 $y=0.447$ のオレンジ色の発光が得られ、発光層4におけるDPAやAlq₃の発光は見られなかった。

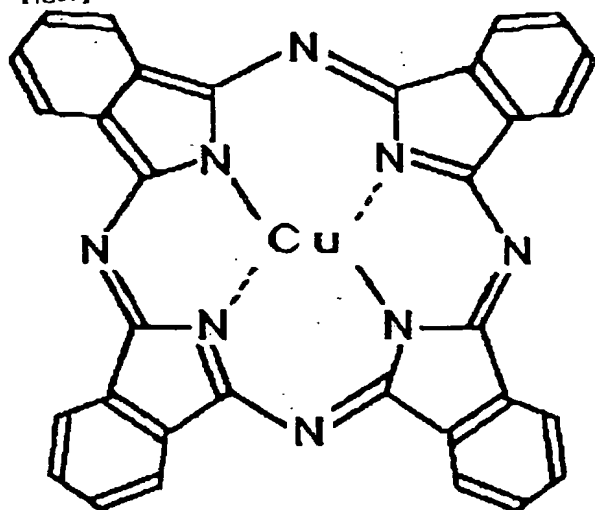
【0112】そして、上記の電源から印加させる電圧を6Vにした場合の輝度は417cd/m²で、また最高輝度は12180cd/m²であり、DCM1による高輝度な発光が得られると共に、低電圧で十分な発光が得られて、有機エレクトロルミネッセンス素子の寿命を向上させることができた。

【実施例10】実施例10における有機エレクトロルミネッセンス素子においては、図2に示すように、ガラス基板1の上にITOからなる透明なホール注入電極2を形成し、このホール注入電極2の上に、下記化17に示す銅フタロシアニン(以下、CuPcと略す。)からなる膜厚が20Åになった第1ホール輸送層3aを形成し、この第1ホール輸送層3aの上に、前記化10に示すNPBからなる

るホール輸送性のホスト材料中に電子輸送性及びホール輸送性を有するドーパントとして下記化18に示すオキサゾール誘導体（以下、OXD8と略す。）が10重量%ドーブされて膜厚が100Åになった第2ホール輸送層3bを形成している。

【0113】

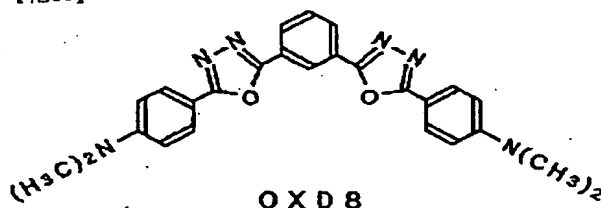
【化17】



CuPc

【0114】

【化18】



OXD8

【0115】そして、この第2ホール輸送層3bの上に、前記化4に示すA1q3からなる膜厚が500Åになった発光層4を形成し、この発光層4の上にMgIn合金（Mg：In=10：1）からなる膜厚が2000Åになった電子注入電極6を形成している。

【0116】そして、この実施例10の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加させると、上記の発光層4におけるA1q3による発光ピーク波長527nm、色度座標x=0.271、y=0.602の緑色の発光が得られた。

【0117】ここで、上記の電源からこの有機エレクトロルミネッセンス素子に印加させる電圧を上昇させると、3.3Vで発光を開始し、6Vにした場合の輝度は128cd/m²であり、また最高輝度は33700cd/m²であつ

た。

（比較例6）比較例6の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記の実施例10の有機エレクトロルミネッセンス素子において、上記の第2ホール輸送層3bにおけるNPBからなるホール輸送性のホスト材料中に上記のOXD8をドーブさせないようにし、それ以外は、上記の実施例10の有機エレクトロルミネッセンス素子と同様にした。

【0118】そして、この比較例6の有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加すると、上記の発光層4におけるA1q3による発光ピーク波長527nm、色度座標x=0.301、y=0.612の緑色の発光が得られた。また、上記の電源からこの有機エレクトロルミネッセンス素子に印加させる電圧を上昇させると、3.7Vで発光を開始し、6Vにした場合の輝度は77cd/m²で、また最高輝度は21100cd/m²であった。

【0119】この結果、上記の実施例10に示すように、第2ホール輸送層3bにおけるNPBからなるホール輸送性のホスト材料中に電子輸送性及びホール輸送性を有するOXD8をドーブさせると、高輝度な発光が得られると共に、低い電圧で発光を開始し、低電圧で十分な発光が得られて、有機エレクトロルミネッセンス素子の寿命を向上させることができた。

【0120】これは、第2ホール輸送層3bに電子輸送性及びホール輸送性を有するOXD8をドーブさせることにより、この第2ホール輸送層3bに対する電子やホールの注入効率が高まったためであると考えられる。

（実施例11～16）実施例11～16の各有機エレクトロルミネッセンス素子においては、図2に示すように、ガラス基板1の上にITOからなる透明なホール注入電極2を形成し、このホール注入電極2の上に、前記化17に示すCuPcからなる膜厚が200Åになった第1ホール輸送層3aを形成し、この第1ホール輸送層3aの上に、前記化10に示すNPBからなる膜厚が100Åになった第2ホール輸送層3bを形成している。

【0121】そして、この第2ホール輸送層3bの上に、前記化4に示すA1q3からなるホスト材料中に、発光性のドーパントである前記化16に示すDCM2と、このDCM2の発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントであるルブレンとが、それぞれ下記表5に示す割合でドーブされて膜厚が500Åになった発光層4を形成し、この発光層4の上にMgIn合金（Mg：In=10：1）からなる膜厚が2000Åになった電子注入電極6を形成している。

（比較例7～9）比較例7～9の各有機エレクトロルミネッセンス素子においては、上記の実施例11～16の有機エレクトロルミネッセンス素子における発光層4において、発光性のドーパントである前記のDCM2を下記の

表5に示す割合でドーピングさせる一方、このDCM2の発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントであるルブレンをドーピングさせないようにし、それ以外は、上記の実施例11～16の有機エレクトロルミネッ

センス素子と同様にした。

【0122】

【表5】

	発光層におけるドーパントのドーピング量	
	DCM2 (重量%)	ルブレン (重量%)
実施例 11	2	3
実施例 12	2	5
実施例 13	2	10
実施例 14	1	3
実施例 15	1	5
実施例 16	7	7
比較例 7	2	0
比較例 8	1	0
比較例 9	7	0

【0123】そして、上記の実施例11～16及び比較例7～9の各有機エレクトロルミネッセンス素子におけるホール注入電極2を電源のプラスに、電子注入電極6を電源のマイナスに接続して電源から電圧を印加して発光させ、輝度が100cd/m²と1000cd/m²の場合におい

て、それぞれ発光された光の色度座標x、yを求めると共に、最高輝度を測定し、その結果を下記の表6に示した。

【0124】

【表6】

	色度座標		最高輝度 (cd/m^2)
	$100\text{cd}/\text{m}^2$	$1000\text{cd}/\text{m}^2$	
実施例 11	$x=0.65, y=0.35$	$x=0.64, y=0.36$	7, 840
実施例 12	$x=0.64, y=0.36$	$x=0.64, y=0.36$	7, 780
実施例 13	$x=0.64, y=0.36$	$x=0.63, y=0.37$	9, 470
比較例 7	$x=0.62, y=0.38$	$x=0.61, y=0.38$	7, 130
実施例 14	$x=0.62, y=0.38$	$x=0.60, y=0.39$	12, 700
実施例 15	$x=0.59, y=0.41$	$x=0.57, y=0.42$	14, 080
比較例 8	$x=0.57, y=0.42$	$x=0.54, y=0.44$	12, 600
実施例 16	$x=0.65, y=0.35$	$x=0.64, y=0.36$	1, 900
比較例 9	$x=0.61, y=0.38$	$x=0.61, y=0.38$	2, 430

【0125】ここで、発光層4における Alq_3 からのホスト材料中にドーピングさせるDCM2の量が同じになったものを比較すると、このDCM2の発光を助ける励起エネルギー移動用及び電子輸送用のドーパントであるルブレンをドーピングさせた実施例の有機エレクトロルミネッセンス素子の方が、ルブレンをドーピングさせなかった対応する比較例の有機エレクトロルミネッセンス素子に比べて赤色に近い発光が得られた。

【0126】また、発光層4における Alq_3 からのホスト材料中に、DCM2を2重量%、ルブレンを10重量%ドーピングさせた実施例13の有機エレクトロルミネッセンス素子と、発光層4における Alq_3 からのホスト材料中に、DCM2を2重量%ドーピングさせただけでルブレンをドーピングさせなかった比較例7の有機エレクトロルミネッセンス素子における発光スペクトルを測定し、その結果を図5に示した。

【0127】この結果、ルブレンをドーピングさせなかった比較例7の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、DCM2による発光の他に、波長520nm付近に Alq_3 による発光が生じていたが、DCM2の発光を助けるルブレンをドーピングさせた実施例13の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、 Alq_3 による発光はなく、発光ピーク波長が約644nmになったDCM2によ

る発光だけが得られた。これは、励起エネルギーの移動が、 $\text{Alq}_3 \rightarrow \text{ルブレン} \rightarrow \text{DCM2}$ の順にスムーズに起こっているためであると考えられる。

【0128】また、発光性のドーパントであるDCM2を2重量%ドーピングさせた実施例11~13及び比較例7の各有機エレクトロルミネッセンス素子において、10Vの電圧を印加させた場合の輝度を比較すると、ルブレンのドーピング量を5重量%にした実施例12の有機エレクトロルミネッセンス素子の輝度が一番高くなっており、ルブレンのドーピング量を5重量%することが好ましかった。

【0129】また、上記の実施例11~16の有機エレクトロルミネッセンス素子を比較した場合、発光性のドーパントであるDCM2のドーピング量を1重量%にした実施例14、15の有機エレクトロルミネッセンス素子における輝度が高くなっていたが、実施例14、15の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光は、赤よりもオレンジ系の色彩になっていた。これは、DCM2のドーピング量が少ないため、発光効率の高い Alq_3 やルブレンが発光したものと考えられる。

【0130】一方、発光性のドーパントであるDCM2のドーピング量を7重量%にした実施例16の有機エレクトロルミネッセンス素子においては赤色の発光が得られたが、DCM2の発光効率が低いと、その輝度は低くな

っていた。

【0131】これに対して、発光性のドーパントであるDCM2のドーブ量を2重量%にした実施例11~13の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、赤色でかつ高輝度な発光が得られ、DCM2のドーブ量を2重量%にすることが好ましかった。

【0132】また、DCM2を2重量%、ルブレンを5重量%ドーブさせた実施例12の有機エレクトロルミネッセンス素子と、DCM2を2重量%ドーブさせただけでルブレンをドーブさせなかった比較例7の有機エレクトロルミネッセンス素子とにおいて、輝度を100cd/m²にした場合と、輝度を1000cd/m²にした場合とにおける色度座標の変化を調べると、両方とも色度座標の変化は少なかった。

【0133】しかし、輝度を4000cd/m²にした場合、比較例7の有機エレクトロルミネッセンス素子から発光された光の色度座標は、 $x=0.59$ 、 $y=0.40$ となり、よりオレンジ色に近い発光が得られた。これは、この比較例7の有機エレクトロルミネッセンス素子に印加させる電圧を上げて発光輝度を大きくした場合、DCM2以外に、Alq₃が発光するためであると考えられる。

【0134】これに対して、実施例12の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、輝度を4000cd/m²にした場合においても、発光された光の色度座標は $x=0.64$ 、 $y=0.36$ であり、色度座標の変化は少なく、赤色の発光が得られた。これは、ルブレンをドーブさせることによって、上記のように励起エネルギーの移動がAlq₃→ルブレン→DCM2の順にスムーズに起こり、有機エレクトロルミネッセンス素子に印加させる電圧を上げ

て発光輝度を大きくした場合においても、DCM2だけが発光するようになったためである。

【0135】このため、発光性のドーパントであるDCM2と共に、このDCM2の発光を助けるルブレンをドーブさせた実施例の有機エレクトロルミネッセンス素子においては、印加させる電圧を上げて発光輝度を大きくした場合にも、色純度の高い赤色の発光が得られるようになった。

【0136】

【発明の効果】以上詳述したとおり、本発明によれば、発光助長ドーパントであるルブレンをドーブすることにより、色純度の高い赤色発光を実現することができ、有機エレクトロルミネッセンス素子を発光素子として使用する場合の利用範囲を拡大することができ、その工業的価値は大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例1、2及び比較例1における有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造を示した概略図である。

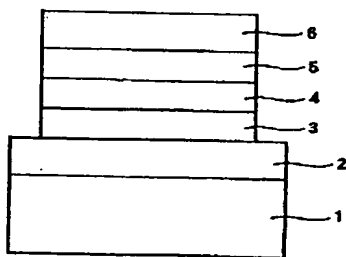
【図2】実施例3~16及び比較例2~9における有機エレクトロルミネッセンス素子の素子構造を示した概略図である。

【図3】実施例7の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光スペクトルを示した図である。

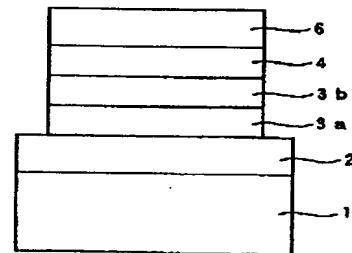
【図4】比較例4の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光スペクトルを示した図である。

【図5】実施例13及び比較例7の有機エレクトロルミネッセンス素子の発光スペクトルを示した図である。

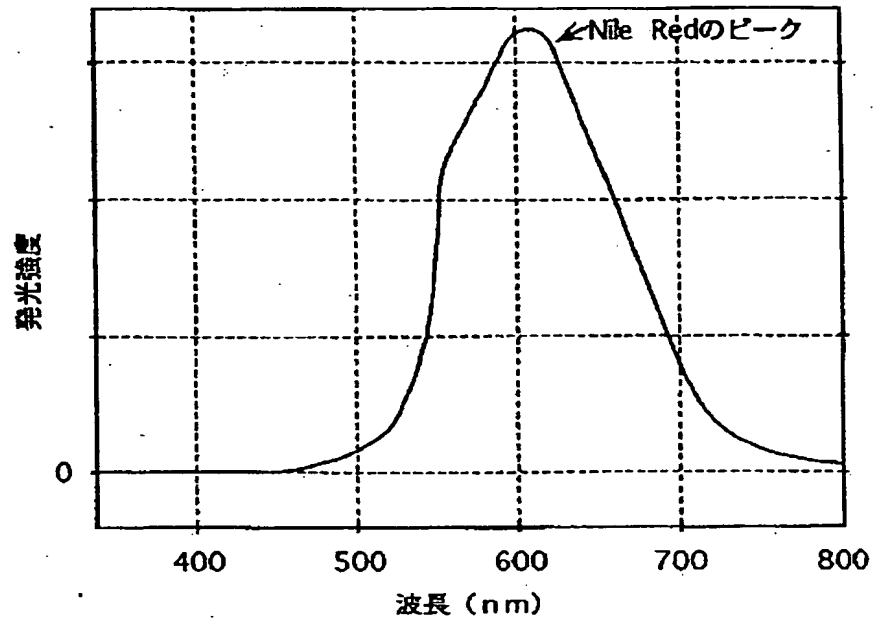
【図1】



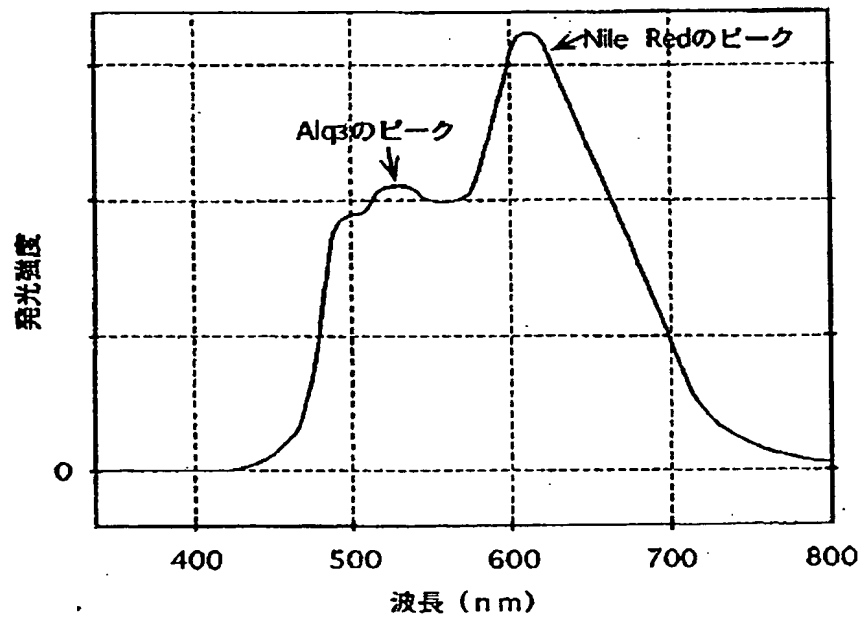
【図2】



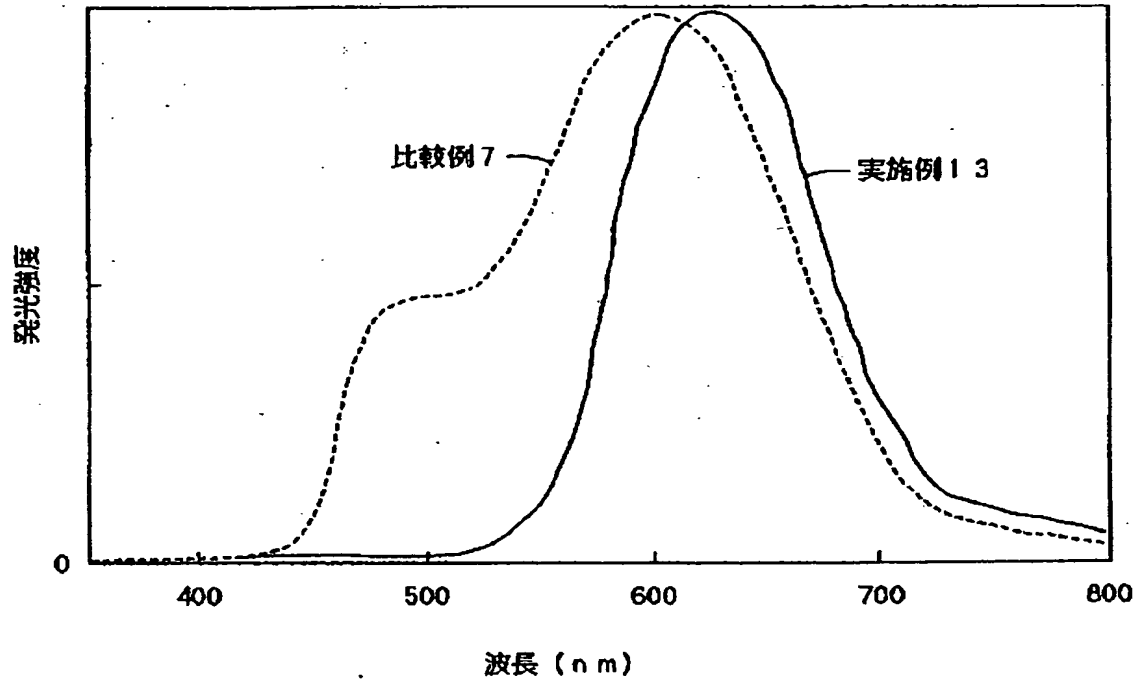
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 辻岡 強
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内

(72)発明者 臼杵 辰朗
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三
洋電機株式会社内
Fターム(参考) 3K007 AB02 AB04 AB06 CA01 CB01
DA00 DB03 EB00 FA01